



## Description

La présente invention est relative à un procédé de distillation d'air tel que défini dans les préambules des revendications 1 et 2 et une installation de distillation d'air selon les préambules des revendications 10 et 11. Un tel procédé et une telle installation sont connus par exemple, du document FR-A-2 169 561.

FR-A-2.169.561 décrit un procédé de distillation d'air dans lequel une colonne de mélange est alimentée par un débit d'oxygène liquide, provenant d'une double colonne et par une partie de l'air d'alimentation de la double colonne. Cette colonne de mélange opère à une pression substantiellement la même que celle de la colonne moyenne pression de la double colonne.

Certaines applications industrielles nécessitent des quantités importantes d'oxygène impur sous diverses pressions : gazéification du charbon, gazéification de résidus pétroliers, réduction-fusion directe du minerai de fer, injection de charbons dans les hauts fourneaux, métallurgie des métaux non ferreux, etc.

Par ailleurs, certains contextes industriels nécessitent la fourniture simultanée, en grandes quantités, d'oxygène pratiquement pur et d'oxygène impur sous des pressions différentes. C'est notamment le cas des aciéries comportant des convertisseurs à l'oxygène et dans lesquelles le haut fourneau est alimenté en oxygène ou en air enrichi en oxygène.

L'invention a pour but de satisfaire de tels besoins de façon économique, c'est-à-dire de permettre, avec un investissement et une consommation d'énergie relativement faibles, la production d'oxygène impur à une pureté et une pression choisies à volonté et, si nécessaire, la production d'oxygène pratiquement pur.

A cet effet, l'invention a pour objet un procédé de distillation d'air au moyen d'une double colonne de distillation couplée à une colonne de mélange, tel que défini soit dans la revendication 1, soit dans la revendication 2.

L'édit liquide peut être le liquide de cuve de la colonne basse pression, notamment de l'oxygène pratiquement sans azote, ou bien être soutiré quelques plateaux au-dessus de la cuve de la colonne basse pression.

Dans le cadre d'un tel procédé, on peut en outre produire de l'argon au moyen d'une colonne de distillation additionnelle de production d'argon impur couplée à la colonne basse pression.

L'invention a également pour objet une installation de distillation d'air destinée à la mise en oeuvre du procédé défini ci-dessus, du type décrit soit dans la revendication 10, soit dans la revendication 11.

L'invention a encore pour objet l'application du procédé défini plus haut à l'alimentation en gaz d'une acierie, ledit oxygène impur étant produit sous la pression du haut fourneau et étant envoyé à ce dernier.

Lorsque ledit liquide est de l'oxygène pratiquement sans azote, de façon avantageuse, on envoie ledit oxygène pratiquement sans azote aux convertisseurs de l'aciérie.

Des exemples de mise en oeuvre de l'invention vont maintenant être décrits en regard des dessins annexés, sur lesquels les figures 1 à 3 représentent schématiquement trois modes de réalisation de l'installation de distillation d'air conforme à l'invention.

L'installation de distillation d'air représentée à la figure 1 est destinée à produire de l'oxygène impur, par exemple ayant une pureté de 80 à 97 % et de préférence de 85 à 95 %, sous une pression déterminée P nettement différente de  $6 \times 10^5$  Pa abs., par exemple sous 2 à 5  $\times 10^5$  Pa ou avantageusement sous une pression supérieure d'au moins  $2 \times 10^5$  Pa et pouvant aller jusqu'à  $30 \times 10^5$  Pa environ, de préférence entre  $8 \times 10^5$  Pa et  $15 \times 10^5$  Pa. L'installation comprend essentiellement une ligne d'échange thermique 1, une double colonne de distillation 2 comprenant elle-même une colonne moyenne pression 3, une colonne basse pression 4 et un condenseur-vaporiseur principal 5, et une colonne de mélange 6. Les colonnes 3 et 4 fonctionnent typiquement sous environ  $6 \times 10^5$  Pa et environ  $1 \times 10^5$  Pa, respectivement.

Comme expliqué en détail dans le document US-A-4.022.030, une colonne de mélange est une colonne qui a la même structure qu'une colonne de distillation mais qui est utilisée pour mélanger de façon proche de la réversibilité un gaz relativement volatil, introduit à sa base, et un liquide moins volatil, introduit à son sommet.

Un tel mélange produit de l'énergie frigorifique et permet donc de réduire la consommation d'énergie liée à la distillation. Dans le cas présent, ce mélange est mis à profit, en outre, pour produire directement de l'oxygène impur sous la pression P, comme cela sera décrit ci-dessous.

L'air à séparer par distillation, comprimé à  $6 \times 10^5$  Pa et convenablement épuré, est acheminé vers la base de la colonne moyenne pression 3 par une conduite 7. La majeure partie de cet air est refroidie dans la ligne d'échange 1 et introduite à la base de la colonne moyenne pression 3, et le reste, surpressé en 8 puis refroidi, est détendu à la basse pression dans une turbine 9 couplée au surpresseur 8, puis insufflé en un point intermédiaire de la colonne basse pression 4. Du "liquide riche" (air enrichi en oxygène), prélevé en cuve de la colonne 3 est, après détente dans une vanne de détente 10, introduit dans la colonne 4, à peu près au point d'insufflation de l'air. Du "liquide pauvre" (azote impur) prélevé en un point intermédiaire 11 de la colonne 3 est, après détente dans une vanne de détente 12, introduit au sommet de la colonne 4, constituant le gaz résiduaire de l'installation, et l'azote gazeux pur sous la moyenne pression produit en tête de la colonne 3, sont réchauffés dans la ligne d'échange 1 et évacués de l'installation. Ces gaz sont indiqués respectivement par NI et NG sur la figure 1.

De l'oxygène liquide, plus ou moins pur suivant le réglage de la double colonne 2, est soutiré en cuve de la colonne 4, porté par une pompe 13 à une pression P1, légèrement supérieure à la pression P précitée pour tenir compte des pertes de charge (P1-P inférieur à  $1 \times 10^5$

Pa), et introduit au sommet de la colonne 6. P1 est donc avantageusement comprise entre  $8 \times 10^5$  Pa et  $30 \times 10^5$  Pa, de préférence entre  $8 \times 10^5$  Pa et  $16 \times 10^5$  Pa. De l'air auxiliaire, comprimé à la même pression P1 par un compresseur auxiliaire 14 et refroidi dans la ligne d'échange 1, est introduit à la base de la colonne de mélange 6. De cette dernière sont soutirés trois courants de fluide : à sa base, du liquide voisin du liquide riche et réuni à ce dernier via une conduite 15 munie d'une vanne de détente 15A ; en un point intermédiaire, un mélange essentiellement constitué d'oxygène et d'azote, qui est renvoyé en un point intermédiaire de la colonne basse pression 4 via une conduite 16 munie d'une vanne de détente 17 ; et à son sommet de l'oxygène impur qui, après réchauffement dans la ligne d'échange thermique, est évacué, sensiblement à la pression P, de l'installation via une conduite 18 en tant que gaz de production 01.

On a également représenté sur la figure 1 des échangeurs de chaleur auxiliaires 19, 20, 21 assurant la récupération du froid disponible dans les fluides en circulation dans l'installation.

Comme on le comprend, grâce à la présence d'un circuit séparé pour l'air auxiliaire alimentant la colonne 6, on peut choisir à volonté la pression P de l'oxygène impur produit. De plus, comme indiqué plus haut, le réglage de la double colonne permet d'obtenir divers degrés de pureté pour ce gaz.

Une autre manière de déterminer ce degré de pureté consiste, comme représenté à la figure 2, à choisir le niveau de prélèvement, dans la colonne basse pression 4, du liquide alimentant la colonne 6, par exemple en laissant quelques plateaux de distillation entre le point de prélèvement et la cuve de la colonne 4.

Comme on l'a également représenté sur la figure 2, l'installation peut produire, simultanément à l'oxygène impur de la colonne 6, de l'oxygène à une pureté et à une pression différentes, notamment de l'oxygène à peu près pur, par soutirage au bas de la colonne 4. Cet oxygène peut être fourni sous forme gazeuse, via une conduite 22 traversant la ligne d'échange 1, sous la basse pression de la colonne basse pression 4 ou sous pression, notamment par pompage du liquide en 23 avant son réchauffement dans la ligne d'échange ; il peut aussi être liquéfié et envoyé dans un stockage 24.

L'installation de la figure 3 diffère de celle de la figure 2 par le fait qu'elle comprend en outre une colonne 25 de production d'argon impur couplée, de façon classique, à la colonne basse pression 4.

En effet, le fait que l'oxygène impur soit produit non pas par la colonne basse pression 4 mais par la colonne de mélange 6 permet de produire de l'oxygène impur contenant très peu d'argon, ce qui laisse la possibilité de produire, en plus de l'argon, à condition bien entendu que l'oxygène liquide soutiré et pompé en 13 ait une pureté suffisante, notamment au moins égale à 98 %.

L'air auxiliaire à la pression P1 peut être de l'air atmosphérique convenablement épuré, mais également provenir d'un procédé annexé comprenant un compres-

seur d'air. Il peut par exemple s'agir d'air prélevé à l'entrée d'une turbine à gaz et dont la pression est éventuellement ajustée au moyen d'un surpresseur ou d'une turbine de détente. Plus généralement, on peut utiliser pour alimenter la base de la colonne de mélange 6, un mélange de gaz de l'air moins riche en oxygène que le liquide prélevé dans la partie inférieure de la colonne basse pression, notamment de l'azote impur provenant éventuellement de l'installation elle-même.

Ainsi, l'invention permet de produire simultanément, dans des conditions particulièrement économiques d'investissement et de consommation d'énergie, de l'oxygène pur ou à peu près pur, de l'oxygène impur et de l'argon.

Il est à noter que l'oxygène produit par la colonne 4 est pratiquement dépourvu d'azote et peut donc être utilisé dans les convertisseurs d'une aciérie. L'installation, sous la forme de la figure 2, permet ainsi d'alimenter à la fois ces convertisseurs en oxygène pur et le haut fourneau de l'aciérie en oxygène impur à la pression du haut fourneau ; sous sa forme de la figure 3, l'installation peut alimenter en outre l'aciérie en argon.

## 25 Revendications

1. Procédé de distillation d'air au moyen d'une double colonne de distillation (2) couplée à une colonne de mélange (6), dans lequel on alimente la colonne de mélange en cuve par un gaz auxiliaire constitué d'un mélange de gaz de l'air, et en tête par un liquide plus riche en oxygène que le gaz auxiliaire, prélevé dans la partie inférieure de la colonne basse pression (4), et on soutire en tête de la colonne de mélange (6) de l'oxygène impur constituant un gaz de production, caractérisé en ce que le gaz auxiliaire et le liquide alimentant la colonne de mélange (6) sont comprimés sensiblement à une même première pression ( $P_1$ ) supérieure à celle de la colonne moyenne pression (3).
2. Procédé de distillation d'air au moyen d'une installation comprenant une double colonne de distillation (2) couplée à une colonne de mélange (6), dans lequel on alimente la colonne de mélange en cuve par un gaz auxiliaire constitué d'un mélange de gaz de l'air, et en tête par un liquide plus riche en oxygène que le gaz auxiliaire, prélevé dans la partie inférieure de la colonne basse pression (4), et on soutire en tête de la colonne de mélange (6) de l'oxygène impur constituant un gaz de production, caractérisé en ce que le gaz auxiliaire provient d'une source autre que ladite installation et que le gaz auxiliaire, et le liquide alimentant la colonne de mélange (6) sont comprimés sensiblement à une même première pression ( $P_1$ ) inférieure à celle de la colonne moyenne pression (3).

3. Procédé selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que le liquide est le liquide de cuve de la colonne basse pression (4).

4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que le liquide est de l'oxygène pratiquement sans azote.

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que ledit liquide est soutiré quelques plateaux au-dessus de la cuve de la colonne basse pression (4).

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'on soutire de l'oxygène en cuve de la colonne basse pression (4) pour constituer un second gaz de production.

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce qu'on produit en outre de l'argon au moyen d'une colonne de distillation additionnelle de production d'argon impur (25) couplée à la colonne basse pression (4).

8. Procédé selon la revendication 1, ou l'une des revendications 3 à 7, dépendantes de la revendication 1, caractérisé en ce que la première pression ( $P_1$ ) est supérieure d'au moins  $2 \times 10^5$  Pa à la pression dans la colonne moyenne pression.

9. Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce que la première pression est comprise entre  $8 \times 10^5$  Pa et  $16 \times 10^5$  Pa.

10. Installation de distillation d'air, du type comprenant une double colonne de distillation (2), une colonne de mélange (6), une ligne d'échange thermique (1), une source d'un gaz auxiliaire constitué d'un mélange de gaz de l'air, des moyens pour introduire le gaz auxiliaire à la base de la colonne de mélange (6), des moyens pour soutirer un liquide plus riche en oxygène que le gaz auxiliaire dans la partie inférieure de la colonne basse pression (4), des moyens (13) pour pomper ce liquide et pour l'introduire au sommet de la colonne de mélange, et des moyens pour soutirer de l'oxygène impur en tête de la colonne de mélange en tant que gaz de production de l'installation, des moyens (14) pour comprimer le gaz auxiliaire à une pression déterminée ( $P_1$ ), différente de celle de la colonne moyenne pression (3), les moyens (13) de pompage portant le liquide à ladite pression déterminée ( $P_1$ ), caractérisée en ce que des passages pour ce gaz auxiliaire comprimé sont prévus dans la ligne d'échange thermique (1) et en ce que ladite pression déterminée ( $P_1$ ) est supérieure à celle de la colonne moyenne pression.

11. Installation de distillation d'air, du type comprenant une double colonne de distillation (2), une colonne de mélange (6), une ligne d'échange thermique (1), une source d'air à distiller, une source d'un gaz auxiliaire constitué d'un mélange de gaz de l'air, des moyens pour introduire le gaz auxiliaire à la base de la colonne de mélange (6), des moyens pour soutirer un liquide plus riche en oxygène que le gaz auxiliaire dans la partie inférieure de la colonne basse pression (4), des moyens (13) pour pomper ce liquide et pour l'introduire au sommet de la colonne de mélange, et des moyens pour soutirer de l'oxygène impur en tête de la colonne de mélange en tant que gaz de production de l'installation, caractérisée en ce que lesdites sources sont séparées et ce qu'elle comprend des moyens (14) dans un circuit séparé pour comprimer le gaz auxiliaire dans un circuit séparé à une pression déterminée ( $P_1$ ) inférieure à celle de la colonne moyenne pression (3), et des passages pour ce gaz auxiliaire comprimé prévus dans la ligne d'échange thermique (1) et en ce que les moyens (13) de pompage portent le liquide à ladite pression déterminée ( $P_1$ ).

12. Installation selon la revendication 10 ou 11, caractérisée en ce que ledit liquide est soutiré en cuve de la colonne basse pression (4).

13. Installation selon la revendication 10 ou 11, caractérisée en ce que ledit liquide est soutiré quelques plateaux au-dessus de la cuve de la colonne basse pression (4).

14. Installation selon l'une quelconque des revendications 10 à 13, caractérisée en ce qu'elle comprend des moyens pour soutirer de l'oxygène en cuve de la colonne basse pression (4) en tant que second gaz de production de l'installation.

15. Installation selon l'une quelconque des revendications 10 à 14, caractérisée en ce qu'elle comprend une colonne de production d'argon impur (25) couplée à la colonne basse pression (4).

16. Application d'un procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 9 à l'alimentation en gaz d'une aciéries comprenant un haut fourneau, l'oxygène impur étant produit sous la pression du haut fourneau et étant envoyé à ce dernier.

17. Application selon la revendication 16, caractérisée en ce que, le procédé étant conforme à la revendication 4, on envoie l'oxygène pratiquement sans azote aux convertisseurs de l'aciérie.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Destillation von Luft mittels einer mit

einer Mischkolonne (6) gekoppelten zweifachen Destillationskolonne (2), bei dem die Mischkolonne sumpfseitig mit einem aus einem Luftgasgemisch bestehenden Hilfsgas und kopfseitig mit einer gegenüber dem Hilfsgas sauerstoffreicherem, am unteren Teil der Niederdruck-Kolonne (4) entnommenen Flüssigkeit beschickt und am Kopf der Mischkolonne (6) unreiner, ein produktgas bildender Sauerstoff ausgeleitet wird, dadurch gekennzeichnet, daß das Hilfsgas und die Flüssigkeit, mit welchen die Mischkolonne (6) beschickt wird, im wesentlichen auf einen gleichen ersten Druck ( $P_1$ ), der größer ist als der der Mitteldruck-Kolonne (3), verdichtet sind.

2. Verfahren zur Destillation von Luft mittels einer mit einer Mischkolonne (6) gekoppelte zweifache Destillationskolonne (2) umfassenden Vorrichtung, bei dem die Mischkolonne sumpfseitig mit einem aus einem Luftgasgemisch bestehenden Hilfsgas und kopfseitig mit einer gegenüber dem Hilfsgas sauerstoffreicherem, am unteren Teil der Niederdruck-Kolonne (4) entnommenen Flüssigkeit beschickt und am Kopf der Mischkolonne (6) unreiner, ein Produktgas bildender Sauerstoff ausgeleitet wird, dadurch gekennzeichnet, daß das Hilfsgas aus einer anderen Quelle als der Vorrichtung stammt, und daß das Hilfsgas und die Flüssigkeit, mit welchen die Mischkolonne (6) beschickt wird, im wesentlichen auf einen gleichen ersten Druck ( $P_1$ ), der kleiner ist als der der Mitteldruck-Kolonne (3), verdichtet sind.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet daß die Flüssigkeit die Flüssigkeit im Sumpf der Niederdruck-Kolonne ist.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Flüssigkeit praktisch stickstofffreier Sauerstoff ist.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Flüssigkeit in Höhe einiger Böden oberhalb des Sumpfs der Niederdruck-Kolonne (4) ausgeleitet wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß Sauerstoff aus dem Sumpf der Niederdruck-Kolonne ausgeleitet wird, um ein zweites Produktgas zu erzeugen.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß mittels einer zusätzlichen, mit der Niederdruck-Kolonne (4) gekoppelten Destillationskolonne (25) zur Erzeugung unreinen Argons außerdem Argon erzeugt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 1 oder einem der auf

5 Anspruch 1 rückbezogenen Ansprüche 3 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Druck ( $P_1$ ) um mindestens  $2 \times 10^5$  Pa größer ist als der Druck in der Mitteldruck-Kolonne.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Druck zwischen  $8 \times 10^5$  Pa und  $16 \times 10^5$  Pa liegt.

10. Luftdestillationsvorrichtung der eine zweifache Destillationskolonne (2), eine Mischkolonne (6), eine Wärmeaustauschleitung (1), eine Quelle eines aus einem Luftgasgemisch bestehenden Hilfsgases, Mittel zum Einleiten des Hilfsgases an der Basis der Mischkolonne (6), Mittel zum Ausleiten einer gegenüber dem Hilfsgas sauerstoffreicherem Flüssigkeit in dem unteren Teil der Niederdruck-Kolonne (4), Mittel (13) zum Pumpen dieser Flüssigkeit und zum Einleiten derselben an der Spitze der Mischkolonne, Mittel zum Ausleiten unreinen Sauerstoffs am Kopf der Mischkolonne als Produktgas der Vorrichtung, und Mittel (14) zum Verdichten des Hilfsgases auf einen bestimmten, von dem Druck der Mitteldruck-Kolonne verschiedenen Druck ( $P_1$ ) umfassenden Bauart, wobei die Pumpmittel (13) die Flüssigkeit auf den bestimmten Druck ( $P_1$ ) bringen, dadurch gekennzeichnet, daß in der Wärmeaustauschleitung (1) Durchlässe für das verdichtete Hilfsgas vorgesehen sind, und daß der bestimmte Druck ( $P_1$ ) größer ist als der der Mitteldruck-Kolonne.

11. Luftdestillationsvorrichtung der eine zweifache Destillationskolonne (2), eine Mischkolonne (6), eine Wärmeaustauschleitung (1), eine Quelle von zu destillierender Luft, eine Quelle eines aus einem Luftgasgemisch bestehenden hilfsgases, Mittel zum Einleiten des Hilfsgases an der Basis der Mischkolonne (6), Mittel zum Ausleiten einer gegenüber dem Hilfsgas sauerstoffreicherem Flüssigkeit in dem unteren Teil der Niederdruck-kolonne (4), Mittel (13) zum Pumpen dieser Flüssigkeit und zum Einleiten derselben an der Spitze der Mischkolonne, Mittel zum Ausleiten unreinen Sauerstoffs am Kopf der Mischkolonne als Produktgas der Vorrichtung, dadurch gekennzeichnet, daß die Quellen voneinander getrennt sind, daß die Vorrichtung in einem getrennten Kreis Mittel (14) zum in einem getrennten Kreis erfolgenden Verdichten des Hilfsgases auf einen bestimmten Druck ( $P_1$ ) der kleiner ist als der der Mitteldruck-Kolonne (3), und in der wärmeaustauschleitung (1) vorgesehene Durchlässe für das verdichtete Hilfsgas aufweist, und daß die Pumpmittel (13) die Flüssigkeit auf den bestimmten Druck ( $P_1$ ) bringen.

12. Vorrichtung nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Flüssigkeit aus dem Sumpf

der Niederdruck-Kolonne (4) ausgeleitet wird.

13. Vorrichtung nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Flüssigkeit in Höhe einiger Böden oberhalb des Sumpfs der Niederdruck-Kolonne (4) ausgeleitet wird.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 13, gekennzeichnet durch Mittel zum Ausleiten von Sauerstoff aus dem Sumpf der Niederdruck-Kolonne (4) als zweites Produktgas der Vorrichtung.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 14, gekennzeichnet durch eine mit der Niederdruck-Kolonne gekoppelte Kolonne (25) zur Erzeugung unreinen Argons.

16. Verwendung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 9 zur Versorgung eines einen Hochofen umfassenden Stahlwerks mit Gas, wobei der unreine Sauerstoff mit einem dem Druck des Hochofens entsprechenden Druck erzeugt und diesem zugeführt wird.

17. Verwendung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß mit dem Verfahren nach Anspruch 4 der Sauerstoff den Konvertern des Stahlwerks praktisch stickstofffrei zugeführt wird.

#### Claims

1. Process for the distillation of air by means of a double distillation column (2) coupled to a mixing column (6), wherein the mixing column is supplied at the vessel with an auxiliary gas consisting of a mixture of air gases and at the head with a liquid richer in oxygen than the auxiliary gas, withdrawn from the lower part of the low pressure column (4), and impure oxygen constituting a production gas is withdrawn from the head of the mixing column (6), characterized in that the auxiliary gas and liquid supplying the mixing column (6) are compressed essentially to the same first pressure ( $P_1$ ) greater than that of the medium pressure column (3).

2. Process for the distillation of air by means of an installation comprising a double distillation column (2) coupled with a mixing column (6), wherein the mixing column is supplied at the vessel with an auxiliary gas consisting of a mixture of air gases and at the head with a liquid richer in oxygen than the auxiliary gas, withdrawn from the lower part of the low pressure column (4), and impure oxygen constituting a production gas is withdrawn from the head of the mixing column (6), characterized in that the auxiliary gas comes from a source other than the said

installation and that the auxiliary gas and the liquid supplying the mixing column (6) are compressed essentially to the same first pressure ( $P_1$ ) less than that of the medium pressure column (3).

3. Process according to either of claims 1 or 2, characterized in that the liquid is the liquid in the vessel of the low pressure column (4).

10 4. Process according to claim 3, characterized in that the liquid is oxygen practically without nitrogen.

15 5. Process according to any one of claims 1 to 4, characterized in that the said liquid is withdrawn several plates above the vessel of the low pressure column (4).

20 6. Process according to any one of claims 1 to 5, characterized in that oxygen is withdrawn from the vessel of the low pressure column (4) to constitute a second production gas.

25 7. Process according to any one of claims 1 to 6, characterized in that argon is also produced by means of an additional distillation column for producing impure argon (25) coupled to the low pressure column (4).

30 8. Process according to claim 1, or one of claims 3 to 7, dependent on claim 1, characterized in that the first pressure ( $P_1$ ) is greater by at least  $2 \times 10^5$  Pa than the pressure in the medium pressure column.

35 9. Process according to claim 8, characterized in that the first pressure lies between  $8 \times 10^5$  Pa and  $16 \times 10^5$  Pa.

40 10. Installation for the distillation of air of the type comprising a double distillation column (2), a mixing column (6), a heat exchange line (1), a source of auxiliary gas consisting of a mixture of air gases, means for introducing the auxiliary gas at the base of the mixing column (6), means for withdrawing a liquid richer in oxygen than the auxiliary gas from the lower part of the low pressure column (4), means (13) for pumping this liquid and for introducing it at the top of the mixing column, and means for withdrawing impure oxygen from the head of the mixing column as the production gas of the installation, means (14) for compressing the auxiliary gas to a given pressure ( $P_1$ ) different from that of the medium pressure column (3), a means for pumping (13) and carrying the liquid at the said given pressure, characterized in that passages for this compressed auxiliary gas are provided in the heat exchange line (1) and in that the said given pressure ( $P_1$ ) is greater than that of the medium pressure column.

11. Installation for the distillation of air of the type comprising a double distillation column (2), a mixing column (6), a heat exchange line (1), a source of air to be distilled, a source of auxiliary gas consisting of a mixture of air gases, means for introducing the auxiliary gas at the base of the mixing column (6), means for withdrawing a liquid richer in oxygen than the auxiliary gas from the lower part of the low pressure column (4), means (13) for pumping this liquid and for introducing it at the top of the mixing column, and means for withdrawing impure oxygen from the head of the mixing column as the production gas of the installation, characterized in that the said sources are separate and that it comprises means (14) in a separate circuit for compressing the auxiliary gas in a separate circuit at a given pressure ( $P_1$ ) less than that of the medium pressure column (3), and passages for this compressed auxiliary gas provided in the heat exchange line (1) and in that the means of pumping (13) carries the liquid at the said given pressure ( $P_1$ ). 5

12. Installation according to claim 10 or 11, characterized in that the said liquid is withdrawn from the vessel of the low pressure column (4). 25

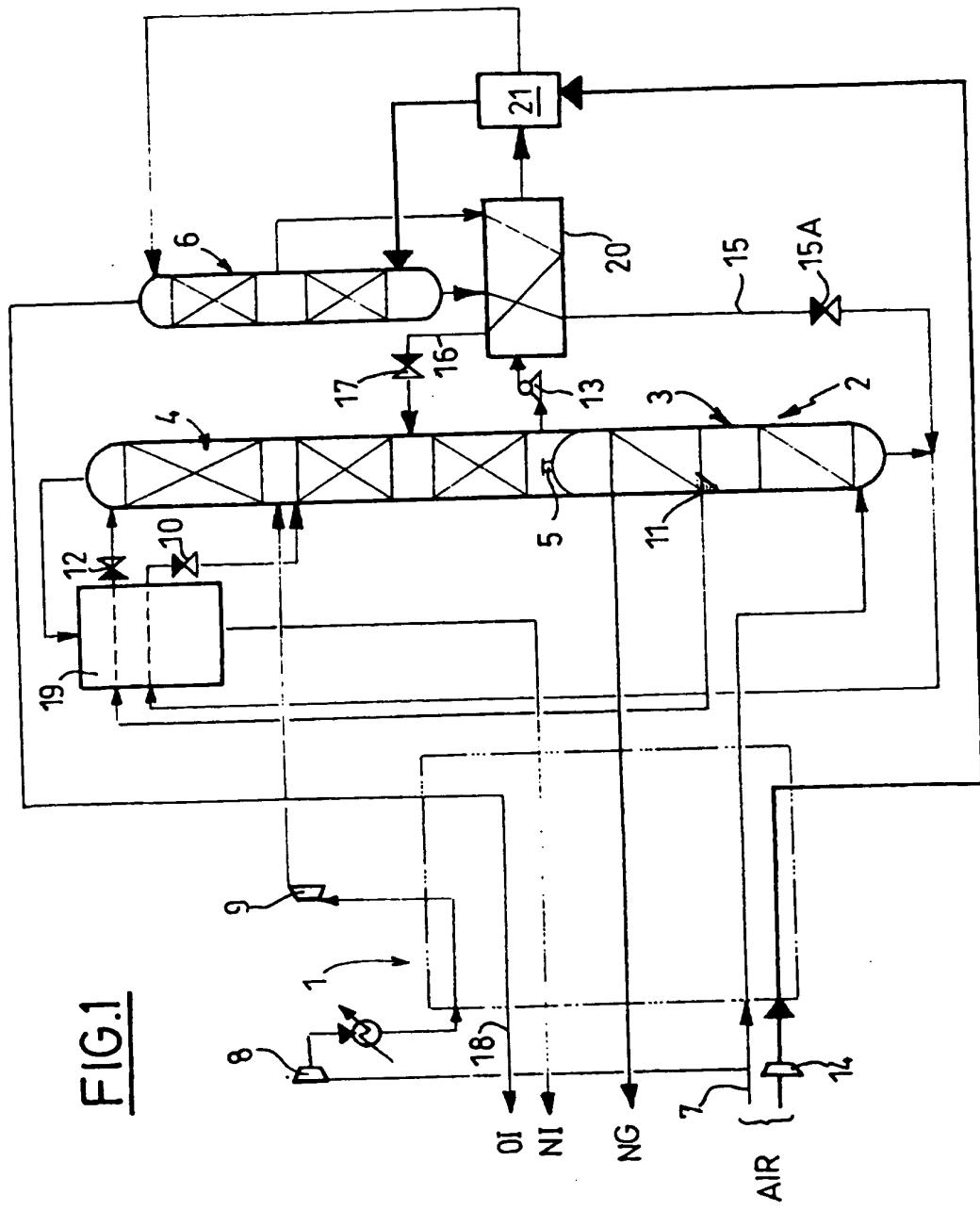
13. Installation according to claim 10 or 11, characterized in that the said liquid is withdrawn several plates above the vessel of low pressure column (4). 30

14. Installation according to any one of claims 10 to 13, characterized in that it comprises means for withdrawing oxygen from the vessel of the low pressure column (4) as a second production gas of the installation. 35

15. Installation according to any one of claims 10 to 14, characterized in that it comprises a column for producing impure argon (25) coupled to the low pressure column (4). 40

16. Application of a process according to any one of claims 1 to 9, to the gas supply of a steel works comprising a blast furnace, impure oxygen being produced at the pressure of the blast furnace and being conveyed to the latter. 45

17. Application according to claim 16, characterized in that, the process being according to claim 4, oxygen is conveyed practically without nitrogen to converters of the steel works. 50



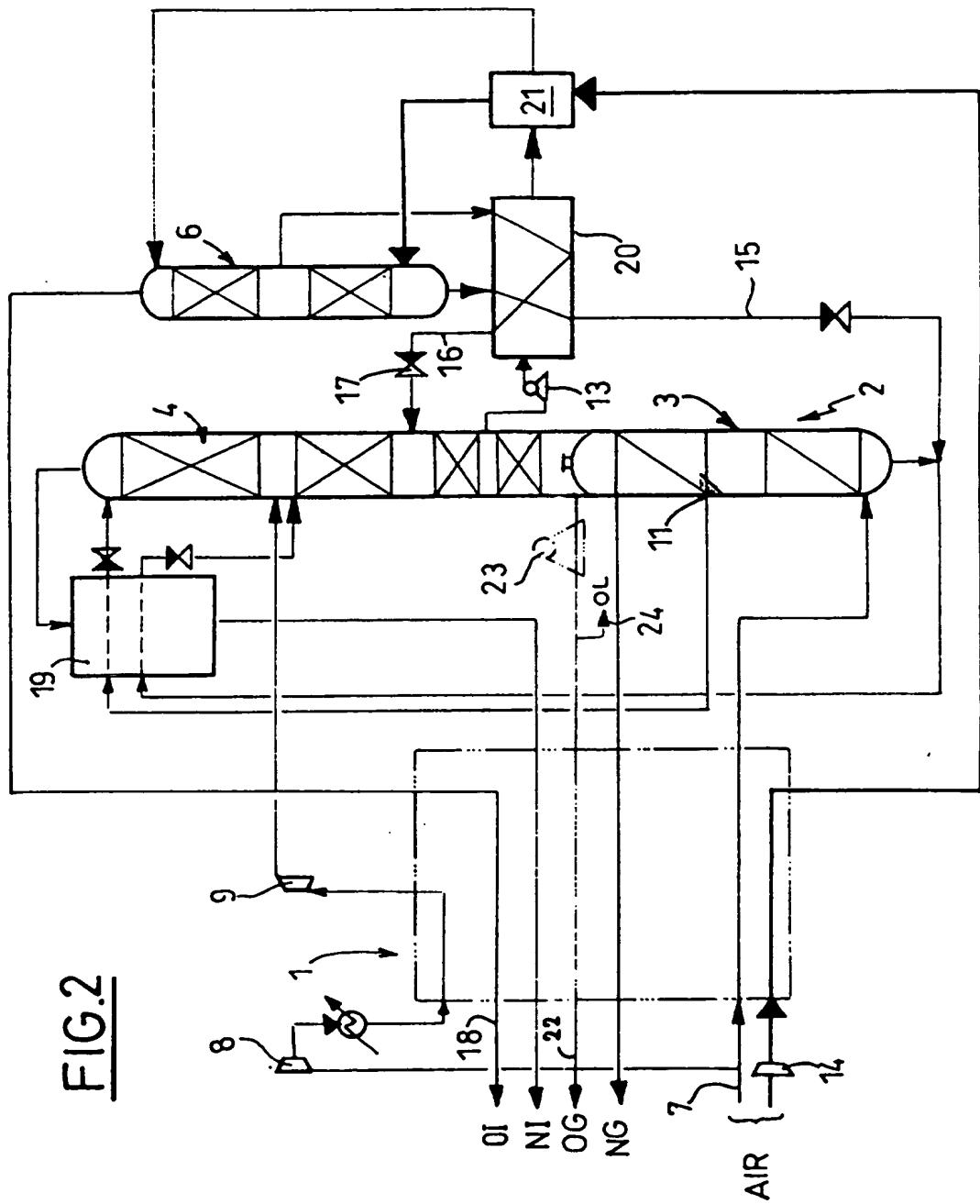
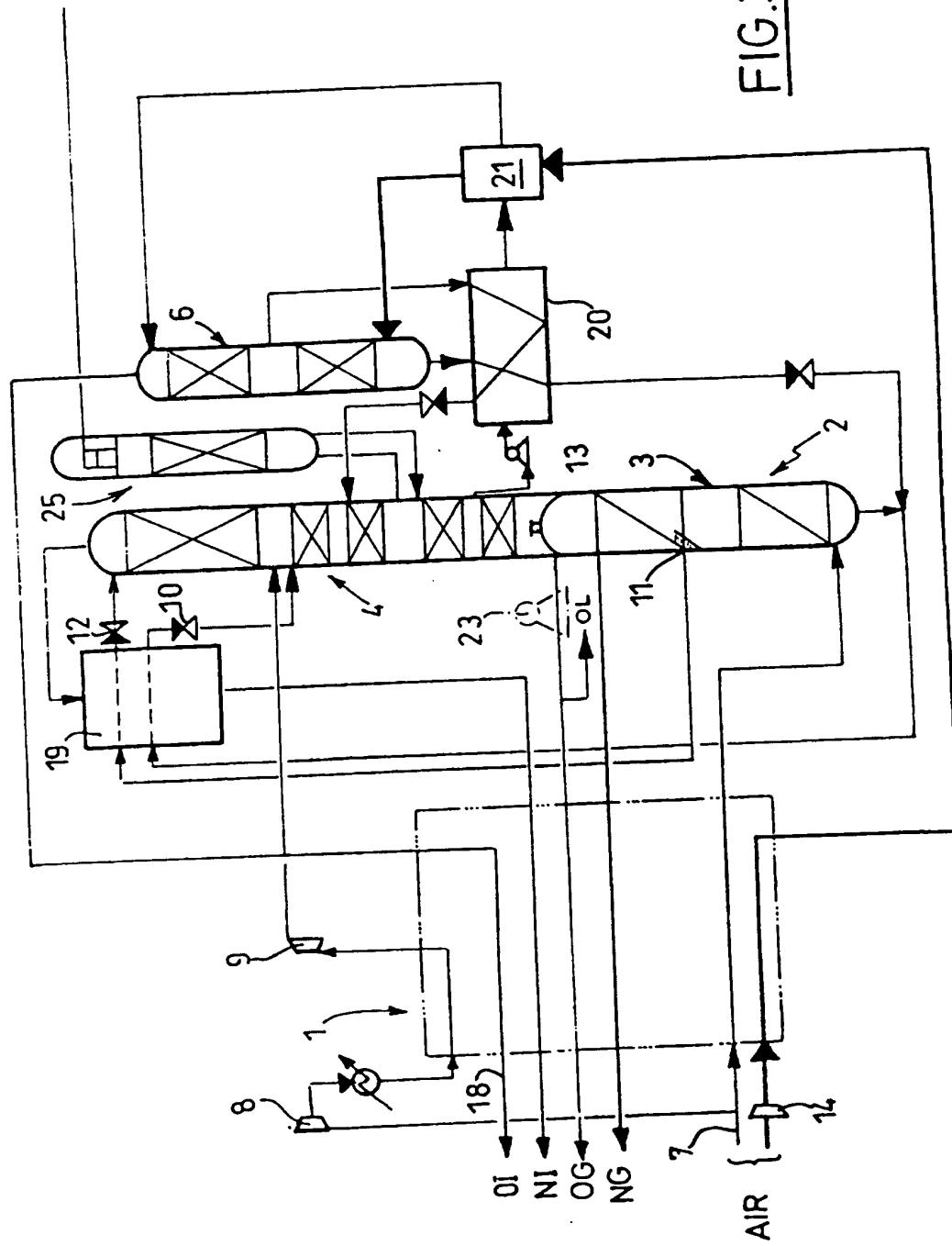


FIG.3

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets

(11)

EP 0 531 182 B2



(12)

## NOUVEAU FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention de la  
décision concernant l'opposition:  
**27.12.2000 Bulletin 2000/52**

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: **F25J 3/04**

(45) Mention de la délivrance du brevet:  
**21.02.1996 Bulletin 1996/08**

(21) Numéro de dépôt: **92402246.0**

(22) Date de dépôt: **06.08.1992**

### (54) Procédé et installation de distillation d'air, et application a l'alimentation en gaz d'une aciéria

Verfahren und Einrichtung zur Luftdestillation und die Verwendung bei der Zuführung von Gas in  
Stahlwerken

Process and plant for distilling air and application in the feeding of gas to steel plants

(84) Etats contractants désignés:  
**BE DE ES FR IT NL SE**

- **Mazières, Philippe**  
F-93370 Montfermeil (FR)
- **Tranier, Jean-Pierre**  
F-75011 Paris (FR)

(30) Priorité: **07.08.1991 FR 9110035**

(74) Mandataire:

**Le Moenner, Gabriel et al**  
**L'AIR LIQUIDE, Société Anonyme**  
pour l'étude et l'exploitation des procédés  
**Georges Claude**  
**75, Quai d'Orsay**  
**75321 Paris Cédex 07 (FR)**

(43) Date de publication de la demande:  
**10.03.1993 Bulletin 1993/10**

(73) Titulaire:

**L'AIR LIQUIDE, SOCIETE ANONYME POUR**  
**L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCEDES**  
**GEORGES CLAUDE**  
**75321 Paris Cédex 07 (FR)**

(56) Documents cités:

<b>DE-C- 1 117 616</b>	<b>DE-C- 1 259 363</b>
<b>FR-A- 1 314 605</b>	<b>FR-A- 2 169 561</b>
<b>US-A- 4 022 030</b>	<b>US-A- 4 555 256</b>
<b>US-A- 4 704 147</b>	

(72) Inventeurs:

- **Camberlein, François**  
F-75011 Paris (FR)
- **Girault, Jean-Louis**  
B-99131 Liège 4000 (BE)

EP 0 531 182 B2

**Description**

[0001] La présente invention est relative à un procédé de distillation d'air tel que défini dans le préambule de la revendication 1. Un tel procédé est connu par exemple, du document FR-A-2 169 561

[0002] FR-A-2 169 561 décrit un procédé de distillation d'air dans lequel une colonne de mélange est alimentée par un débit d'oxygène liquide, provenant d'une double colonne et par une partie de l'air d'alimentation de la double colonne. Cette colonne de mélange opère à une pression substantiellement la même que celle de la colonne moyenne pression de la double colonne.

[0003] Se référant à FR-A-2 677 667, DE-A-4 219 160 et BE-A-1 006 334, la demanderesse a procédé de sa propre initiative à une limitation et a présenté des revendications séparées pour l'Allemagne, la Belgique et la France.

[0004] Certaines applications industrielles nécessitent des quantités importantes d'oxygène impur sous diverses pressions : gazéification du charbon, gazéification de résidus pétroliers, réduction-fusion directe du minerai de fer, injection de charbone dans les hauts fourneaux, métallurgie des métaux non ferreux, etc...

[0005] Par ailleurs, certains contextes industriels nécessitent la fourniture simultanée, en grandes quantités, d'oxygène pratiquement pur et d'oxygène impur sous des pressions différentes. C'est notamment le cas des aciéries comportant des convertisseurs à l'oxygène et dans lesquelles le haut fourneau est alimenté en oxygène ou en air enrichi en oxygène.

[0006] L'invention a pour but de satisfaire de tels besoins de façon économique, c'est-à-dire de permettre, avec un investissement et une consommation d'énergie relativement faibles, la production d'oxygène impur à une pureté et une pression choisies à volonté et, si nécessaire, la production d'oxygène pratiquement pur.

[0007] A cet effet, l'invention a pour objet un procédé de distillation d'air au moyen d'une double colonne de distillation couplée à une colonne de mélange, tel que défini dans la revendication 1.

[0008] L'édit liquide peut être le liquide de cuve de la colonne basse pression, notamment de l'oxygène pratiquement sans azote, ou bien être soutiré quelques plateaux au-dessus de la cuve de la colonne basse pression.

[0009] Dans le cadre d'un tel procédé, on peut en outre produire de l'argon au moyen d'une colonne de distillation additionnelle de production d'argon impur couplée à la colonne basse pression.

[0010] L'invention a encore pour objet l'application du procédé défini plus haut à l'alimentation en gaz d'une acierie, l'édit oxygène impur étant produit sous la pression du haut fourneau et étant envoyé à ce dernier.

[0011] Lorsque l'édit liquide est de l'oxygène pratiquement sans azote, de façon avantageuse, on envoie

indit oxygène pratiquement sans azote aux convertisseurs de l'aciérie.

[0012] Des exemples de mise en oeuvre de l'invention vont maintenant être décrits en regard des dessins annexés, sur lesquels les figures 1 à 3 représentent schématiquement trois modes de réalisation du procédé de distillation d'air conforme à l'invention.

[0013] L'installation de distillation d'air représentée à la figure 1 est destinée à produire de l'oxygène impur, par exemple ayant une pureté de 80 à 97% et de préférence du 85 à 95 %, sous une pression déterminée P nettement différente de  $6 \times 10^5$  Pa abs., par exemple avantageusement sous une pression supérieure d'au moins  $2 \times 10^5$  Pa et pouvant aller jusqu'à  $30 \times 10^5$  Pa environ, de préférence entre  $8 \times 10^5$  Pa et  $15 \times 10^5$  Pa. L'installation comprend essentiellement une ligne d'échange thermique 1, une double colonne de distillation 2 comprenant elle-même une colonne moyenne pression 3, une colonne basse pression 4 et un condenseur-vaporiseur principal 5, et une colonne de mélange 6. Les colonnes 3 et 4 fonctionnent typiquement sous environ  $6 \times 10^5$  Pa et environ  $1 \times 10^5$  Pa, respectivement.

[0014] Comme expliqué en détail dans le document US-A-4 022 030 une colonne de mélange est une colonne qui a la même structure qu'une colonne de distillation mais qui est utilisée pour mélanger de façon proche de la réversibilité un gaz relativement volatil, introduit à sa base, et un liquide moins volatil, introduit à son sommet.

[0015] Un tel mélange produit de l'énergie frigorifique et permet donc de réduire la consommation d'énergie liée à la distillation. Dans le cas présent, ce mélange est mis à profit, en outre, pour produire directement de l'oxygène impur sous la pression P, comme cela sera décrit ci-dessous.

[0016] L'air à séparer par distillation, comprimé à  $6 \times 10^5$  Pa et convenablement épuré, est acheminé vers la base de la colonne moyenne pression 3 par une conduite 7. La majeure partie de cet air est refroidie dans la ligne d'échange 1 et introduits à la base de la colonne moyenne pression 3, et le reste, surpressé en 8 puis refroidi, est détendu à la basse pression dans une turbine 9 couplée au surpresseur 8, puis insufflé en un point intermédiaire de la colonne basse pression 4. Du « liquide riche » (air enrichi en oxygène), prélevé en cuve de la colonne 3 est, après détente dans une vanne de détente 10, introduit dans la colonne 4, à peu près au point d'insufflation de l'air. Du « liquide pauvre » (azote impur) prélevé au point intermédiaire 11 de la colonne 3 est, après détente dans une vanne de détente 12, introduit au sommet de la colonne 4, constituant le gaz résiduaire de l'installation, et l'azote gazeux pur sous la moyenne pression produit en tête de la colonne 3, sont réchauffés dans la ligne d'échange 1 et évacués de l'installation. Ces gaz sont indiqués respectivement par NI et NG sur la figure 1.

[0017] De l'oxygène liquide, plus ou moins pur sui-

vant le réglage de la double colonne 2, est soutiré en cuve de la colonne 4, porté par une pompe 13 à une pression P1, légèrement supérieure à la pression P précitée pour tenir compte des pertes de charge ( $P_1 - P$  inférieur à  $1 \times 10^5$  Pa), et introduit au sommet de la colonne 6. P1 est donc avantageusement comprise entre  $8 \times 10^5$  Pa et  $30 \times 10^5$  Pa, de préférence entre  $8 \times 10^5$  Pa et  $16 \times 10^5$  Pa. De l'air auxiliaire, comprimé à la même pression P1 par un compresseur auxiliaire 14 et refroidi dans la ligne d'échange 1, est introduit à la base de la colonne de mélange 6. De cette dernière sont soutirés trois courants de fluide ; à sa base, du liquide voisin du liquide riche et réuni à ce dernier via une conduits 15 munie d'une vanne de détente 15A ; en un point intermédiaire, un mélange essentiellement constitué d'oxygène et d'azote, qui est renvoyé au un point intermédiaire de la colonne basse pression 4 via une conduits 16 munie d'une vanne de détente 17 ; et à son sommet de l'oxygène impur qui, après réchauffement dans la ligne d'échange thermique, est évacué, sensiblement à la pression P de l'installation via une conduite 18 au tant que gaz de production O1.

[0018] On a également représenté sur la figure 1 des échangeurs de chaleur auxiliaires 19, 20, 21 assurant la récupération du froid disponible dans les fluides en circulation dans l'installation.

[0019] Comme on le comprend, grâce à la présence d'un circuit séparé pour l'air auxiliaire alimentant la colonne 6, on peut choisir à volonté la pression P de l'oxygène impur produit. De plus, comme indiqué plus haut, le réglage de la double colonne permet d'obtenir divers degrés de pureté pour ce gaz.

[0020] Une autre manière de déterminer ce degré de pureté consiste, comme représenté à la figure 2, à choisir le niveau de prélèvement, dans la colonne basse pression 4, du liquide alimentant la colonne 6, par exemple en laissant quelques plateaux de distillation entre le point de prélèvement et la cuve de la colonne 4.

[0021] Comme on l'a également représenté sur la figure 2, l'installation peut produire, simultanément à l'oxygène impur de la colonne 6, de l'oxygène à une pureté et à une pression différentes, notamment de l'oxygène à peu près pur, par soutirage au bas de la colonne 4. Cet oxygène peut être fourni sous forme gazeuse, via une conduits 22 traversant la ligne d'échange 1, sous la basse pression de la colonne 4 ou sous pression, notamment par pompage du liquide en 23 avant son réchauffement dans la ligne d'échange, il peut aussi être liquéfié et envoyé dans un stockage 24.

[0022] L'installation de la figure 3 diffère de celle de la figure 2 par le fait qu'elle comprend en outre une colonne 25 de production d'argon impur couplée, de façon classique, à la colonne basse pression 4.

[0023] En effet, le fait que l'oxygène impur soit produit non pas par la colonne basse pression 4 mais par la colonne de mélange 6 permet de produire de l'oxygène impur contenant très peu d'argon, ce qui laisse la possibilité de produire en plus de l'argon, à condition

bien entendu que l'oxygène liquide soutiré et pompé au 13 ait une pureté suffisante, notamment au moins égale à 98 %.

[0024] L'air auxiliaire à la pression P1 peut être de l'air atmosphérique convenablement épuré, mais également provenir d'un procédé annexe comprenant un compresseur d'air. Il peut par exemple s'agir d'air prélevé à l'entrée d'une turbine à gaz et dont la pression est éventuellement ajustée au moyen d'un surpresseur ou d'une turbine de détente. Plus généralement, on peut utiliser pour alimenter la base de la colonne de mélange 6, un mélange de gaz de l'air moins riche en oxygène que le liquide prélevé dans la partie inférieure de la colonne basse pression, notamment de l'azote impur provenant éventuellement de l'installation elle-même,

[0025] Ainsi, l'invention permet de produire simultanément, dans des conditions particulièrement économiques d'investissement et de consommation d'énergie, de l'oxygène pur ou à peu près pur, de l'oxygène impur et de l'argon.

[0026] Il est à noter que l'oxygène produit par la colonne 4 est pratiquement dépourvu d'azote et peut donc être utilisé dans les convertisseurs d'une aciéries. L'installation, sous la forme de la figure 2, permet ainsi d'alimenter à la fois ces convertisseurs en oxygène pur et le haut fourneau de l'aciérie en oxygène impur à la pression du haut fourneau, sous sa forme de la figure 3, l'installation peut alimenter en outre l'aciérie en argon.

## 30 Revendications

### Revendications pour les Etats contractants suivants: ES, IT, NL, SE

- 35 1. Procédé de distillation d'air au moyen d'une double colonne de distillation (2) couplée à une colonne de mélange (6), dans lequel on alimente la colonne de mélange en cuve par un gaz auxiliaire constitué d'un mélange de gaz de l'air, et en tête par un liquide plus riche en oxygène que le gaz auxiliaire, prélevé dans la partie inférieure de la colonne basse pression (4), et on soutire en tête de la colonne de mélange (6) de l'oxygène impur constituant un gaz de production, caractérisé en ce que le gaz auxiliaire et le liquide alimentant la colonne de mélange (6) sont comprimés sensiblement à une même première pression ( $P_1$ ) supérieure à celle de la colonne moyenne pression (3).
- 40 2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le liquide est le liquide de cuve de la colonne basse pression (4).
- 45 3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que le liquide est de l'oxygène pratiquement sans azote.
- 50 4. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce
- 55

que ledit liquide est soutiré quelques plateaux au-dessus de la cuve de la colonne basse pression (4).

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'on soutire de l'oxygène en cuve de la colonne basse pression (4) pour constituer un second gaz de production. 5

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'on produit en outre de l'argon au moyen d'une colonne de distillation additionnelle de production d'argon impur (25) couplée à la colonne basse pression (4). 10

7. Procédé selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisée en ce que la première pression ( $P_1$ ) est supérieure d'au moins  $2 \times 10^5$  Pa à la pression dans la colonne moyenne pression. 15

8. Procédé selon la revendication 7, caractérisé en ce que la première pression est comprise entre  $8 \times 10^5$  Pa et  $16 \times 10^5$  Pa. 20

9. Application d'un procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8 à l'alimentation en gaz d'une aciéries comprenant un haut fourneau, l'oxygène impur étant produit sous la pression du haut fourneau et étant envoyé à ce dernier. 25

10. Application selon la revendication 9, caractérisée en ce que, le procédé étant conforme à la revendication 3, on envoie l'oxygène pratiquement sans azote aux convertisseurs de l'aciérie. 30

**Revendications pour les Etats contractants suivants : BE, DE, FR**

35

1. Procédé de distillation d'air au moyen d'une double colonne de distillation (2) couplée à une colonne de mélange (6), dans lequel on alimente la colonne de mélange en cuve par un gaz auxiliaire constitué d'un mélange de gaz de l'air, et en tête par un liquide plus riche en oxygène que le gaz auxiliaire, prélevé dans la partie intérieure de la colonne basse pression (4), et on soutire en tête de la colonne de mélange (6) de l'oxygène impur constituant un gaz de production, caractérisé en ce que le gaz auxiliaire et le liquide alimentant la colonne de mélange (6) sont comprimés sensiblement à une même première pression ( $P_1$ ) supérieure d'au moins  $2 \times 10^5$  Pa à celle de la colonne moyenne pression (3). 40

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le liquide est le liquide de cuve de la colonne basse pression (4). 45

3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que le liquide est de l'oxygène pratiquement sans azote. 50

55

4. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit liquide est soutiré quelques plateaux au-dessus de la cuve de la colonne basse pression (4). 5

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'on soutire de l'oxygène en cuve de la colonne basse pression (4) pour constituer un second gaz de production. 10

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'on produit en outre de l'argon au moyen d'une colonne de distillation additionnelle de production d'argon impur (25) couplée à la colonne basse pression (4). 15

7. Procédé selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisée en ce que la première pression est comprise entre  $8 \times 10^5$  Pa et  $16 \times 10^5$  Pa. 20

8. Application d'un procédé selon l'une quelconque des revendications 1 & 7 & l'alimentation en gaz d'une aciéries comprenant un haut fourneau, l'oxygène impur étant produit sous la pression du haut fourneau et étant envoyé à ce dernier. 25

9. Application selon la revendication 8, caractérisée en ce que, le procédé étant conforme à la revendication 3, on envoie l'oxygène pratiquement sans azote aux convertisseurs de l'aciérie. 30

**Claims**

**Claims for the following Contracting States : ES, IT, NL, SE**

1. Process for distilling air by means of a double distillation column (2) coupled to a mixing column (6), in which the mixing column is fed at the bottom with an auxiliary gas consisting of a gas mixture from the air, and at the top with a liquid more rich in oxygen than the auxiliary gas, drawn from the lower part of the low pressure column (4), and impure oxygen constituting a production gas is withdrawn from the top of the mixing column (6), characterized in that the auxiliary gas and the liquid feeding the mixing column (6) are compressed substantially to the same first pressure ( $P_1$ ) higher than that of the medium pressure column (3). 40

2. Process according to claim 1, characterized in that the liquid is liquid from the bottom of the low pressure column (4). 45

3. Process according to claim 2, characterized in that the liquid is practically nitrogen-free oxygen. 50

4. Process according to claim 1, characterized in that the said liquid is withdrawn several plates above the bottom of the low pressure column (4).  
 5. Process according to any one of claims 1 to 4, characterized in that oxygen is withdrawn from the bottom of the low pressure column (4) to constitute a second production gas.  
 6. Process according to any one of claims 1 to 5, characterized in that argon is also produced by means of an additional distillation column for producing impure argon (25) coupled to the low pressure column (4).  
 7. Process according to one of claims 1 to 6, characterized in that the first pressure ( $P_1$ ) is greater by at least  $2 \times 10^5$  Pa than the pressure in the medium pressure column.  
 8. Process according to claim 7, characterized in that the first pressure lies between  $8 \times 10^5$  Pa and  $16 \times 10^5$  Pa.  
 9. Application for a process according to any one of claims 1 to 8 for feeding a steelworks including a blast furnace with gas, impure oxygen being produced at the pressure of the blast furnace and being conveyed to the latter.  
 10. Application according to claim 9, characterized in that, where the process is in accordance with claim 3, practically nitrogen-free oxygen is conveyed to the steelworks converters.

**Claims for the following Contracting States : BE, DE, FR**

1. Process for distilling air by means of a double distillation column (2) coupled to a mixing column (6), in which the mixing column is fed at the bottom with an auxiliary gas consisting of a gas mixture from the air, and at the top with a liquid more rich in oxygen than the auxiliary gas, drawn from the lower part of the low pressure column (4), and impure oxygen constituting a production gas is withdrawn from the top of the mixing column (6), characterized in that the auxiliary gas and the liquid feeding the mixing column (6) are compressed substantially to the same first pressure ( $P_1$ ) higher by at least  $2 \times 10^5$  Pa than that of the medium pressure column (3).  
 2. Process according to claim 1, characterized in that the liquid is withdrawn several plates above the bottom of the low pressure column (4).  
 3. Process according to any one of claims 1 to 4, characterized in that oxygen is withdrawn from the bottom of the low pressure column (4) to constitute a second production gas.

the liquid is practically nitrogen-free oxygen.

4. Process according to claim 1, characterized in that the said liquid is withdrawn several plates above the bottom of the low pressure column (4).  
 5. Process according to any one of claims 1 to 4, characterized in that oxygen is withdrawn from the bottom of the low pressure column (4) to constitute a second production gas.  
 6. Process according to any one of claims 1 to 5, characterized in that argon is also produced by means of an additional distillation column for producing impure argon (25) coupled to the low pressure column (4).  
 7. Process according to one of claims 1 to 6, characterized in that the first pressure lies between  $8 \times 10^5$  Pa and  $16 \times 10^5$  Pa.  
 8. Application for a process according to any one of claims 1 to 7 for feeding a steelworks including a blast furnace with gas, impure oxygen being produced at the pressure of the blast furnace and being conveyed to the latter.  
 9. Application according to claim 8, characterized in that, where the process is in accordance with claim 3, practically nitrogen-free oxygen is conveyed to the steelworks converters.

**Patentansprüche**

**35 Patentansprüche für folgende Vertragsstaaten: ES, IT, NL, SE**

1. Verfahren zur Destillation von Luft mittels einer mit einer Mischkolonne (6) gekoppelten Doppeldestillationskolonne (2), bei dem die Mischkolonne sumpfseitig mit einem aus einem Luftgasgemisch bestehenden Hilfgas und kopfseitig mit einer gegenüber dem Hilfgas sauerstoffreicherem am unteren Teil der Niederdruck-Kolonne (4) entnommenen Flüssigkeit beschickt und am Kopf der Mischkolonne (6) ein Produktgas bildender Rohsauerstoff abgezogen wird, dadurch gekennzeichnet, daß das Hilfgas und die Flüssigkeit, mit welchen die Mischkolonne (6) beschickt wird, im wesentlichen auf einen gleichen ersten Druck ( $P_1$ ), der größer ist als der der Mitteldruck-Kolonne (3), verdichtet sind.  
 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Flüssigkeit die Sumpfflüssigkeit der Niederdruck-Kolonne (4) ist.  
 3. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekenn-

zeichnet, daß die Flüssigkeit praktisch stickstofffreier Sauerstoff ist.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Flüssigkeit einige Böden oberhalb des Sumpfs der Niederdruck-Kolonne (4) ausgeleitet wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß Sauerstoff aus dem Sumpf der Niederdruck-Kolonne (4) als ein zweites Produktgas abgezogen wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß außerdem mittels einer zusätzlichen Destillationskolonne (25) zur Erzeugung von Rohargon, die mit der Niederdruck-Kolonne (4) gekoppelt ist, Argon erzeugt wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Druck ( $P_1$ ) um mindestens  $2 \times 10^5$  Pa größer ist als der Druck in der Mitteldruck-Kolonne.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Druck zwischen  $8 \times 10^5$  Pa und  $16 \times 10^5$  Pa liegt.

9. Verwendung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 8 zur Versorgung eines einen Hochofen umfassenden Stahlwerks mit Gas, wobei der Rohsauerstoff mit einem dem Druck des Hochofens entsprechenden Druck erzeugt und diesem zugeführt wird.

10. Verwendung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß mit dem Verfahren nach Anspruch 3 der Sauerstoff den Konvertern des Stahlwerks praktisch stickstoffsfrei zugeführt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Flüssigkeit die Sumpfflüssigkeit der Niederdruck-Kolonne (4) ist.

3. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Flüssigkeit praktisch stickstofffreier Sauerstoff ist.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Flüssigkeit einige Böden oberhalb des Sumpfs der Niederdruck-Kolonne (4) ausgeleitet wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß Sauerstoff aus dem Sumpf der Niederdruck-Kolonne (4) als ein zweites Produktgas abgezogen wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß außerdem mittels einer zusätzlichen Destillationskolonne (25) zur Erzeugung von Rohargon, die mit der Niederdruck-Kolonne (4) gekoppelt ist, Argon erzeugt wird.

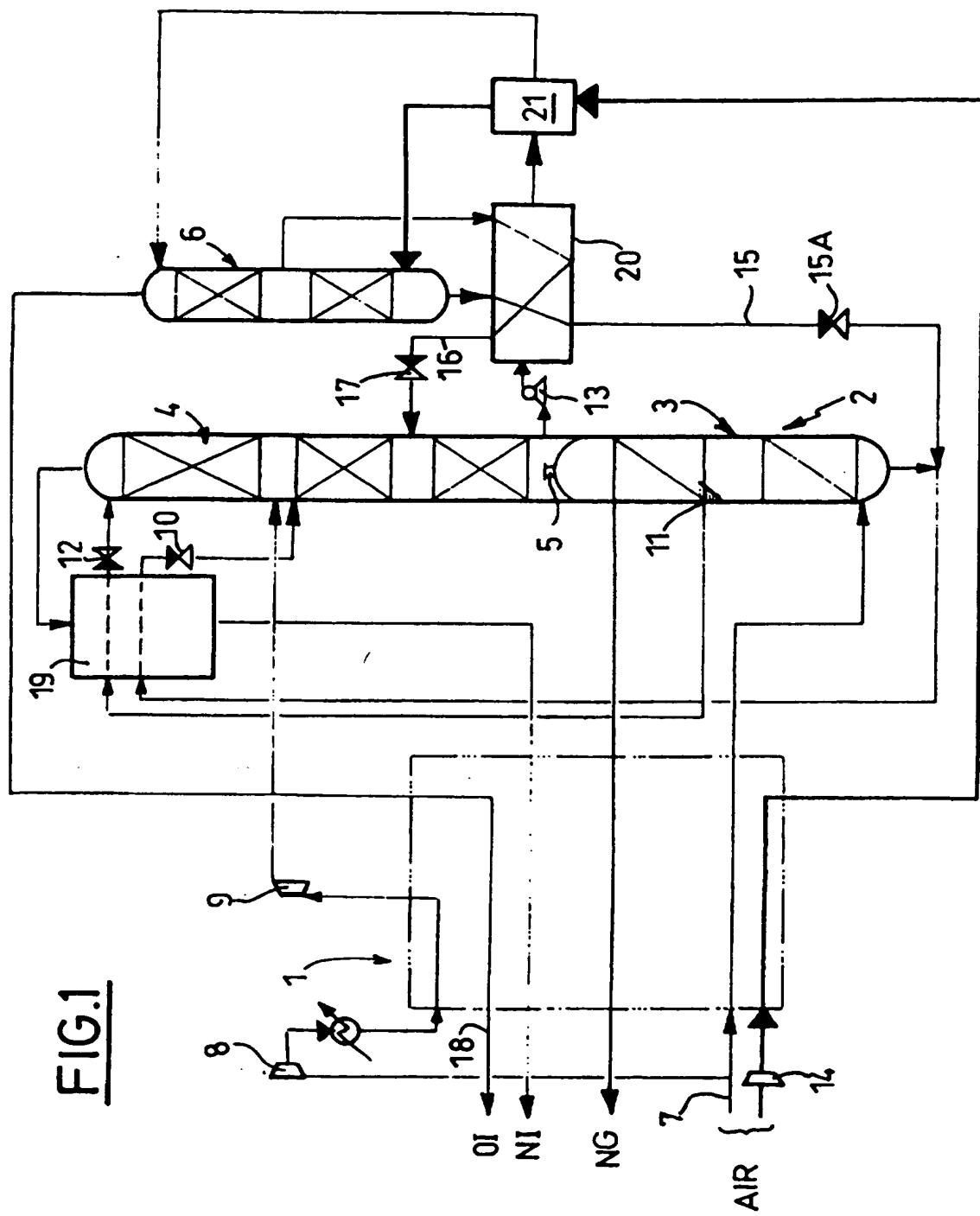
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Druck zwischen  $8 \times 10^5$  Pa und  $16 \times 10^5$  Pa liegt.

8. Verwendung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 7 zur Versorgung eines einen Hochofen umfassenden Stahlwerks mit Gas, wobei der Rohsauerstoff mit einem dem Druck des Hochofens entsprechenden Druck erzeugt und diesem zugeführt wird.

9. Verwendung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß mit dem Verfahren nach Anspruch 3 der Sauerstoff den Konvertern des Stahlwerks praktisch stickstoffsfrei zugeführt wird.

1. Verfahren zur Destillation von Luft mittels einer mit einer Mischkolonne (6) gekoppelten Doppeldestillationskolonne (2), bei dem die Mischkolonne sumpfseitig mit einem aus einem Luftgasgemisch bestehenden Hilfsgas und kopfseitig mit einer gegenüber dem Hilfsgas sauerstoffreicherem, am unteren Teil der Niederdruck-Kolonne (4) entnommenen Flüssigkeit beschickt und am Kopf der Mischkolonne (6) ein Produktgas bildender Rohsauerstoff abgezogen wird, dadurch gekennzeichnet, daß das Hilfsgas und die Flüssigkeit, mit welchen die Mischkolonne (6) beschickt wird, im wesentlichen auf einen gleichen ersten Druck ( $P_1$ ), der wenigstens  $2 \times 10^5$  Pa größer ist als der der Mitteldruck-Kolonne (3), verdichtet sind.

**Patentansprüche für folgende Vertragsstaaten: BE, DE, FR**



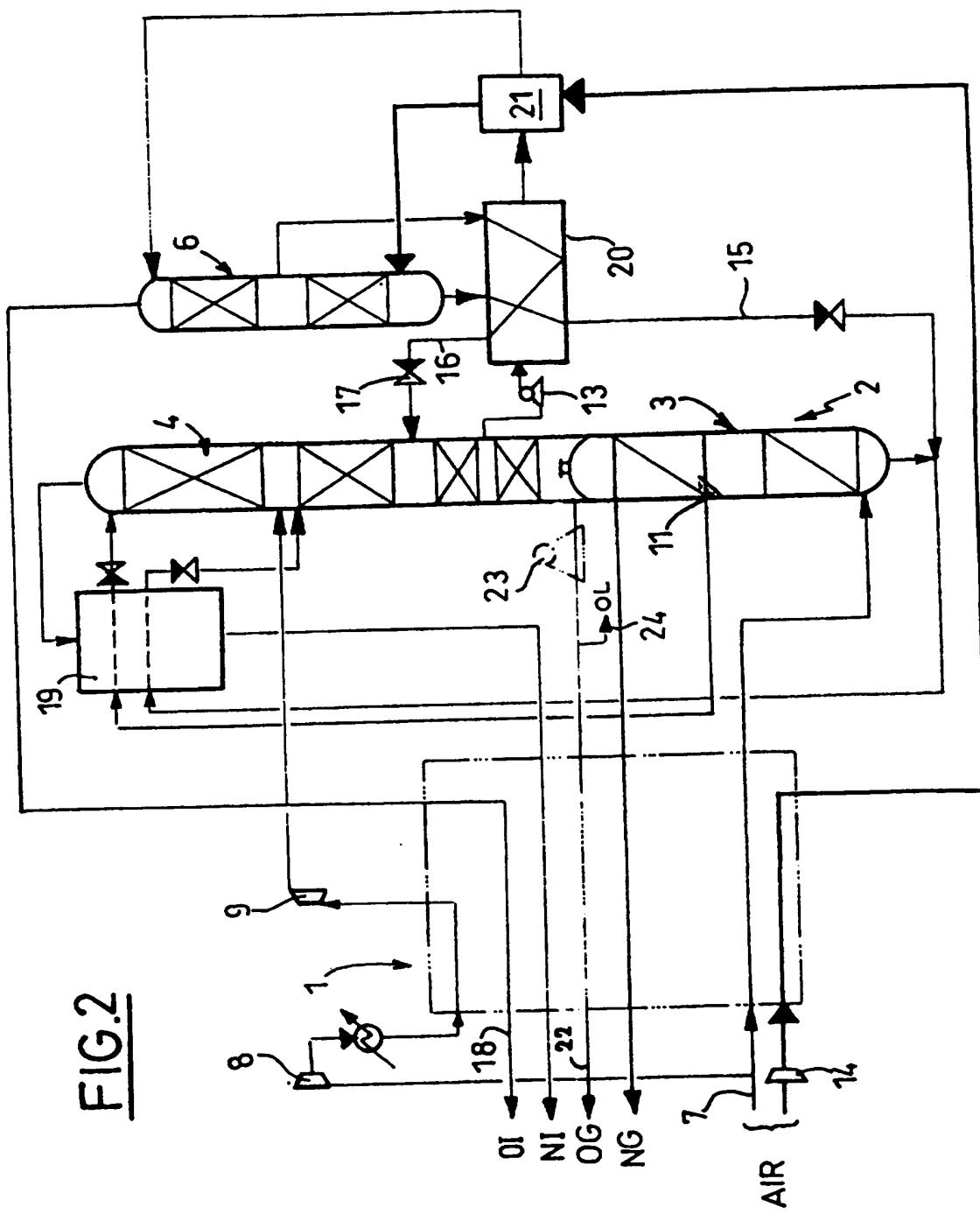
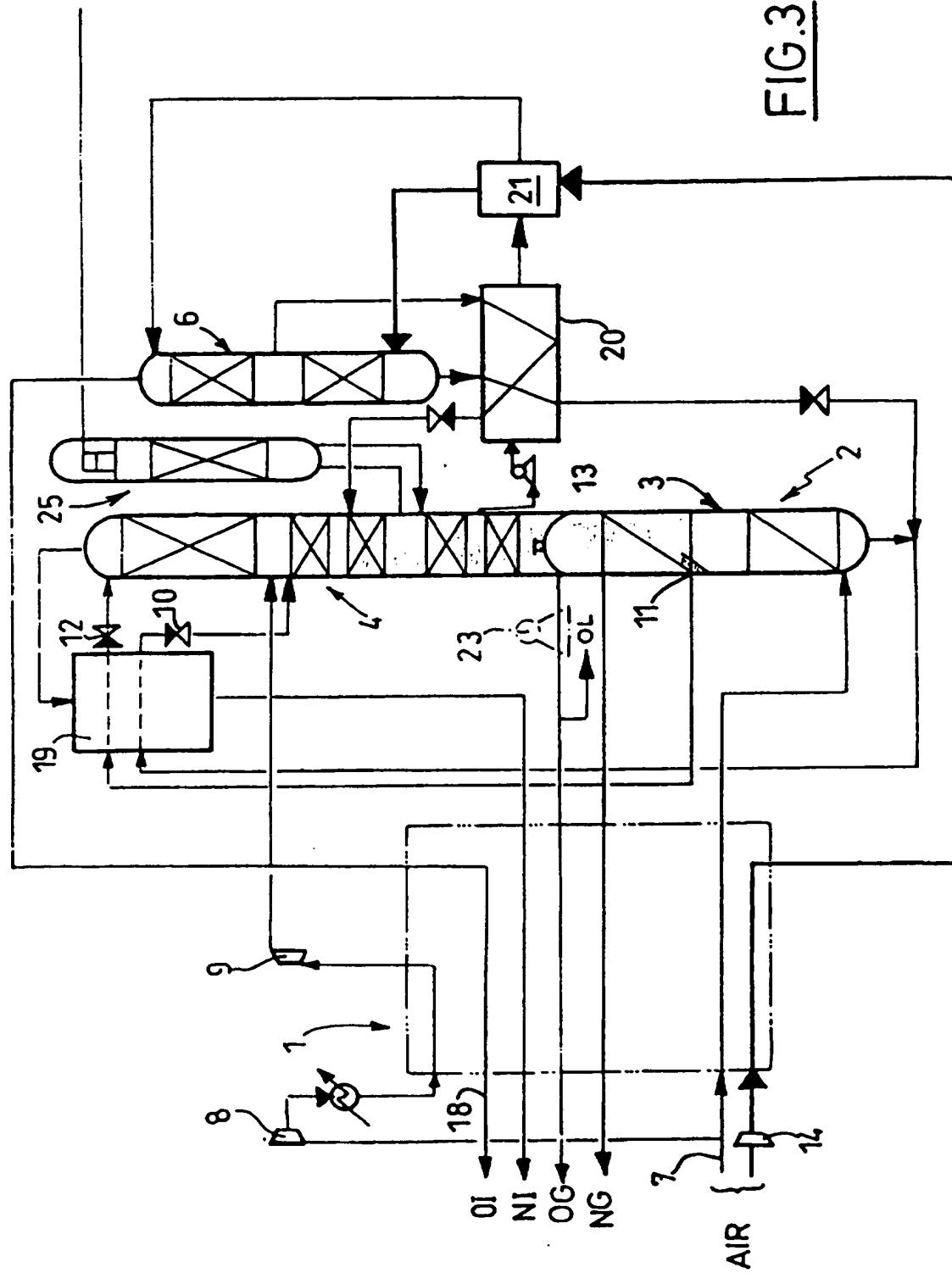


FIG. 3



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**